



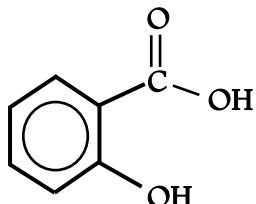
BAC BLANC N°2
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
DUREE : 4 HEURES

EXERCICE 1 : (04 points)

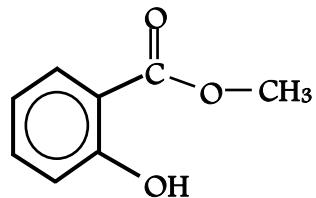
Le salicylate de méthyle est employé en parfumerie et comme arôme dans l'alimentation. Il fait partie des matières odorantes les plus importantes et est apprécié aussi en raison de ses propriétés analgésiques et antipyrrétiques. Dans ce qui suit, on se propose de réaliser la synthèse du salicylate de méthyle et d'étudier la cinétique de sa réaction de synthèse.

1.1. Synthèse du salicylate de méthyle :

La synthèse du salicylate de méthyle se fait à partir de l'acide salicylique et du méthanol.



Acide salicylique



Salicylate de méthyle

1.1.1. Recopier la formule du salicylate de méthyle et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des esters. (0,25 pt)

1.1.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse du salicylate de méthyle. (0,5 pt)

1.1.3. Dans un ballon on introduit un volume $V_1 = 28,75 \text{ mL}$ d'acide salicylique de masse volumique $\rho_1 = 1,44 \text{ g.cm}^{-3}$ et un volume $V_2 = 22,63 \text{ mL}$ de méthanol de masse volumique $\rho_2 = 792 \text{ kg.m}^{-3}$.

On ajoute ensuite 1 mL d'acide sulfurique puis on chauffe à reflux le mélange.

Au bout d'une durée Δt , on récupère une masse $m = 33 \text{ g}$ de salicylate de méthyle.

1.1.3.1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Pourquoi chauffe-t-on le mélange ? (0,5 pt)

1.1.3.2. Vérifier que le mélange n'est pas dans les proportions stœchiométriques. Déduire ensuite le pourcentage d'alcool estérifié de cette réaction à ce stade ? (1 pt)

On donne g.mol^{-1} : $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$;

$M(\text{méthanol}) = 32$; $M(\text{acide salicylique}) = 138$; $M(\text{salicylate de méthyle}) = 152$.

1.2. Etude de la cinétique de la réaction de synthèse du salicylate de méthyle :

Pour suivre l'évolution de la réaction, on effectue des prélèvements de 1 mL que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; OH^-). A partir du volume V_B de solution d'hydroxyde de sodium versé, on calcule la quantité n_A d'acide salicylique restant dans la totalité du milieu réactionnel.

Les résultats obtenus ont permis de tracer le graphe (1) représentant l'évolution de la quantité d'ester formée n_E en fonction du temps. (Voir page annexe)

1.2.1. Représenter sur le même graphe l'allure de la courbe représentant l'évolution au cours du temps de la quantité d'ester formée si on réalisait l'estérification sans acide sulfurique. Justifier. (0,5 pt)

1.2.2. Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester. (0,25 pt)

1.2.3. Calculer cette vitesse à $t_1 = 20$ min. (0,5 pt)

1.2.4. Que peut-on dire de cette vitesse à $t_2 = 90$ min. Justifier. (0,5 pt)

EXERCICE 2 : (04 points)

On réalise le dosage d'une solution de diéthylamine $(C_2H_5)_2NH$ à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,1$ mol/L. On prélève un volume $V_b = 20$ mL de la solution basique de concentration C_b que l'on place dans un bêcher. On mesure le pH en fonction du volume V_a de la solution acide ajoutée ; on obtient le tableau de valeurs ci-dessous.

V_a (mL)	0	1	3	5	7	9	11	13	15	16	16,5
pH	11,9	11,6	11,4	11,2	11	10,9	10,7	10,4	10,1	9,7	9,4
V_a (mL)	17	17,2	17,5	18	18,5	19	20	22	25		
pH	8,8	7,5	3,6	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8		

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique qui se produit entre les deux solutions. (0,5 pt)

2.2. Tracer la courbe $pH = f(V_a)$ représentant la variation du pH en fonction de V_a versé. (0,5 pt)

2.3. En déduire de la courbe :

2.3.1. La concentration C_b de la solution aqueuse de diéthylamine. (0,5 pt)

2.3.2. Le pK_a du couple acide/base. (0,25 pt)

2.3.3. Expliquer pourquoi le pH au point équivalent est-il différent de celui obtenu lors du dosage d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique. (0,25 pt)

2.3.4. Déterminer la constante de réaction K_r et conclure. (0,5 pt)

On donne : $pK_a(H_3O^+/H_2O) = 0$ et $pK_a(H_2O/OH^-) = 14$.

2.4. Sachant que le pK_a du couple NH_4^+/NH_3 est de 9,3 ; classer les deux bases par basicité croissante et indiquer l'influence de la substitution sur la force d'une base. (0,5 pt)

2.5. On désire préparer une solution tampon.

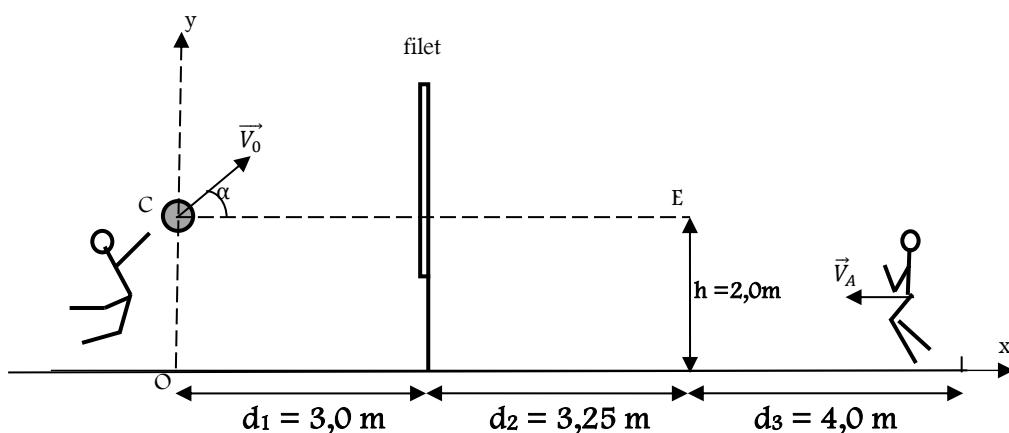
2.5.1. Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ? (0,5 pt)

2.5.2. Préciser la manière d'obtenir 100 mL d'une solution tampon à partir de la solution de diéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique 0,1 mol.L⁻¹. (0,5 pt)

EXERCICE 3 : (04 points)

Lors d'un match de volleyball, un joueur frappe la balle de $m = 280$ g, et lui communique une vitesse \vec{v}_0 à partir d'un point C situé à $h = 2,0$ m du sol et à une distance $d_1 = 3$ m du filet. Le vecteur vitesse \vec{v}_0 est incliné d'un angle $\alpha = 45^\circ$ sur l'horizontale et sa norme vaut $v_0 = 7,9$ m.s⁻¹.

On prendra l'accélération de la pesanteur $g = 10$ m.s⁻².



3.1. Etude du mouvement de la balle

La balle frappée à la date $t = 0$, décrit sa trajectoire dans le plan vertical contenant le vecteur \vec{v}_0 et rapporté au repère (Ox ; Oy) orthonormé supposé galiléen. On néglige les forces de frottement de l'air sur la balle.

3.1.1. Trouver l'accélération \vec{a} de la balle ; donner ses coordonnées cartésiennes. (0,5 pt)

- 3.1.2. Exprimer à l'instant t , les coordonnées cartésiennes du vecteur vitesse \vec{v} de la balle. (0,5 pt)
- 3.1.3. Déterminer les équations paramétriques du mouvement de la balle. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (0,75 pt)
- 3.1.4. Montrer que la balle passe au-dessus du filet, haut de $H = 2,43 \text{ m}$. (0,25 pt)
- 3.1.5. Déterminer la hauteur maximale atteinte par la balle au-dessus du sol. (0,5 pt)
- 3.1.6. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la balle lorsqu'elle touche le sol. (0,5 pt)

3.2. Interception de la balle :

Pour intercepter la balle, au point E situé à $d_2 = 3,25 \text{ m}$ du filet et à $2,0 \text{ m}$ au-dessus du sol, un adversaire part de derrière à une distance $d_3 = 4,0 \text{ m}$ de la verticale de E, à l'instant où la balle passe au-dessus du filet.

On suppose qu'il suit une ligne droite parallèle à (Ox) , avec une vitesse \vec{v}_A constante.

- 3.2.1. Vérifier que la balle passe par le point E. (0,25 pt)
- 3.2.2. Exprimer la date t_1 à laquelle la balle passe au-dessus du filet en fonction de d_1 , v_0 et α . (0,25 pt)
- 3.2.3. Exprimer la date t_2 à laquelle la balle passe au point E en fonction de d_1 , d_2 , v_0 et α .
- 3.2.4. Montrer que la vitesse v_A de cet adversaire pour intercepter la balle est donnée par la relation :

$$v_A = \frac{d_3 \cdot v_0 \cdot \cos \alpha}{d_2} . \text{ Calculer } v_A. \text{ (0,5 pt)}$$

EXERCICE 4 : (04 points)

Un groupe d'élèves se propose de déterminer expérimentalement certaines caractéristiques d'un dipôle (R , L , C), puis d'en déduire la puissance moyenne consommée ainsi que le facteur de qualité. Pour cela il monte en série un résistor de résistance $R_0 = 10 \Omega$, une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance r , et un condensateur de capacité C . Ensuite il applique aux bornes du dipôle une tension alternative $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable.

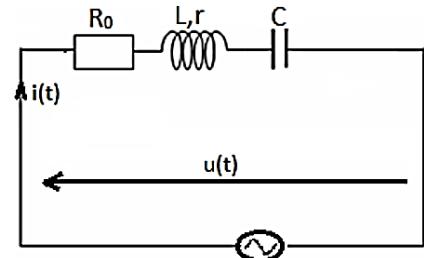


Figure 1

- 4.1. Le groupe visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions $u_{R0}(t)$ et $u(t)$ respectivement aux bornes du résistor R_0 et aux bornes du dipôle (R , L , C) (figure 1). Il obtient la figure 2 ci-dessous où sont reproduits les oscillogrammes visualisés. Les sensibilités verticale et horizontale sont indiquées sur la figure 2 et valent respectivement 2 V/division et $\frac{5}{6} \text{ ms}/\text{division}$.

- 4.1.1. Montrer que la courbe (a) représente l'évolution de la tension aux bornes du dipôle (R , L , C). (0,25 pt)
- 4.1.2. Reproduire le schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer pour visualiser les tensions à l'oscilloscope bicourbe. (0,5 pt)
- 4.2. A partir des oscillogrammes déterminer :
- 4.2.1. La fréquence N de la tension $u(t)$ appliquée aux bornes du dipôle (Z , L , C) série. (0,25 pt)
- 4.2.2. La valeur maximale I_m de l'intensité du courant débitée dans le circuit puis en déduire l'impédance Z du dipôle (R , L , C). (0,5 pt)

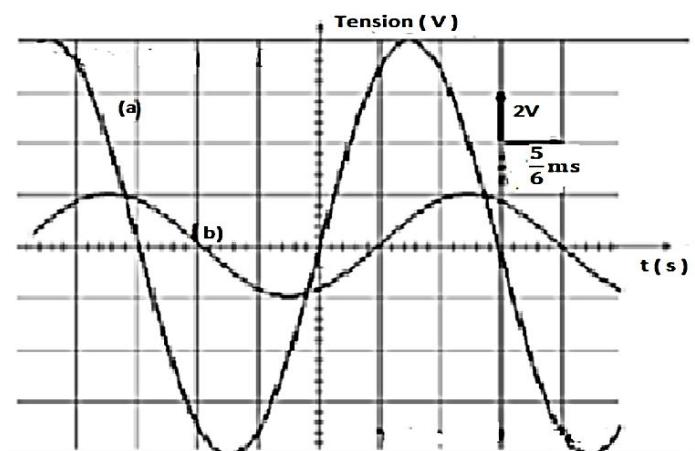


Figure 2

4.2.3. Le déphasage de l'intensité du courant $i(t)$ par rapport à la tension $u(t)$ et en déduire l'expression de $i(t)$. Le circuit est-il inductif ou capacitif ? Justifier (0,75 pt)

4.3. A partir des résultats précédents, déterminer :

4.3.1. La résistance r de la bobine. (0,25 pt)

4.3.2. La capacité C du condensateur, (0,25 pt)

4.3.3. La puissance moyenne consommée par le dipôle (R, L, C). (0,25 pt)

4.4. Le groupe d'élèves règle maintenant la fréquence du générateur à la valeur N_0 , fréquence propre du dipôle (R, L, C), déterminer :

4.4.1. La fréquence N_0 . (0,25 pt)

4.4.2. L'intensité maximale du courant. (0,25 pt)

4.4.3. Le facteur de qualité Q . Conclure (0,5 pt)

EXERCICE 5 : (04 points)

On réalise l'expérience par la figure 1 ci-dessous. S est une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . S_1 est un trou circulaire de diamètre $d \approx \lambda$ percé sur l'écran E_1 et E est l'écran d'observation.

5.1. Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en S_1 ? Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de S_1 . En déduire l'aspect de l'écran. (0,75 pt)

5.2. On perce un deuxième trou S_2 identique à S_1 sur E_1 (voir figure 2 ci-dessous).

5.2.1. Décrire ce qu'on observe sur l'écran E . (0,5 pt)

5.2.2. La longueur occupée par 10 interfranges est $L = 5,85 \text{ mm}$. Calculer la longueur d'onde λ émise par la source S . Pourquoi mesure-t-on 10 interfranges et non une seule. (0,5 pt)

Données : $a = S_1 S_2 = 2 \text{ mm}$ et $D = 2 \text{ m}$.

5.2.3. Déterminer la distance entre la **4^{ème} frange claire** et la **6^{ème} frange obscure** de part et d'autre de la frange centrale. (0,25 pt)

5.3. On remplace S par S' qui émet les radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,655 \mu\text{m}$ et λ_2 . Les deux systèmes coïncident pour une première fois pour la **5^{ème} frange claire** de λ_1 et la **6^{ème} frange claire** de λ_2 .

5.3.1. Calculer λ_2 . (0,5 pt)

5.3.2. En prenant comme origine O le milieu de la frange centrale, déterminer l'abscisse de la deuxième coïncidence entre les milieux des franges brillantes des deux systèmes. (0,5 pt)

5.4. On réalise maintenant le dispositif de la figure 3 ci-dessous :

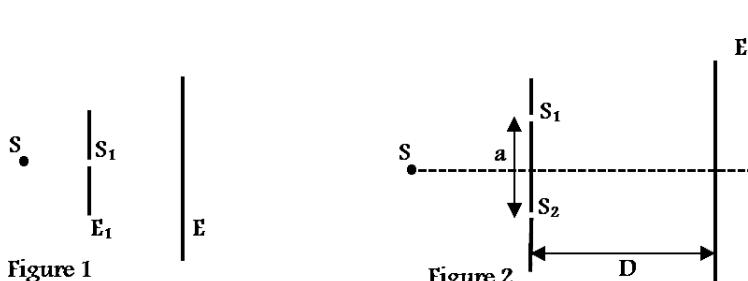
5.4.1. Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse. (0,25 pt)

5.4.2. On éclaire la cathode C par la lumière issue de la source S' précédente (λ_1 et λ_2). Le travail d'extraction constituant la cathode est $W_0 = 2,2 \text{ eV}$.

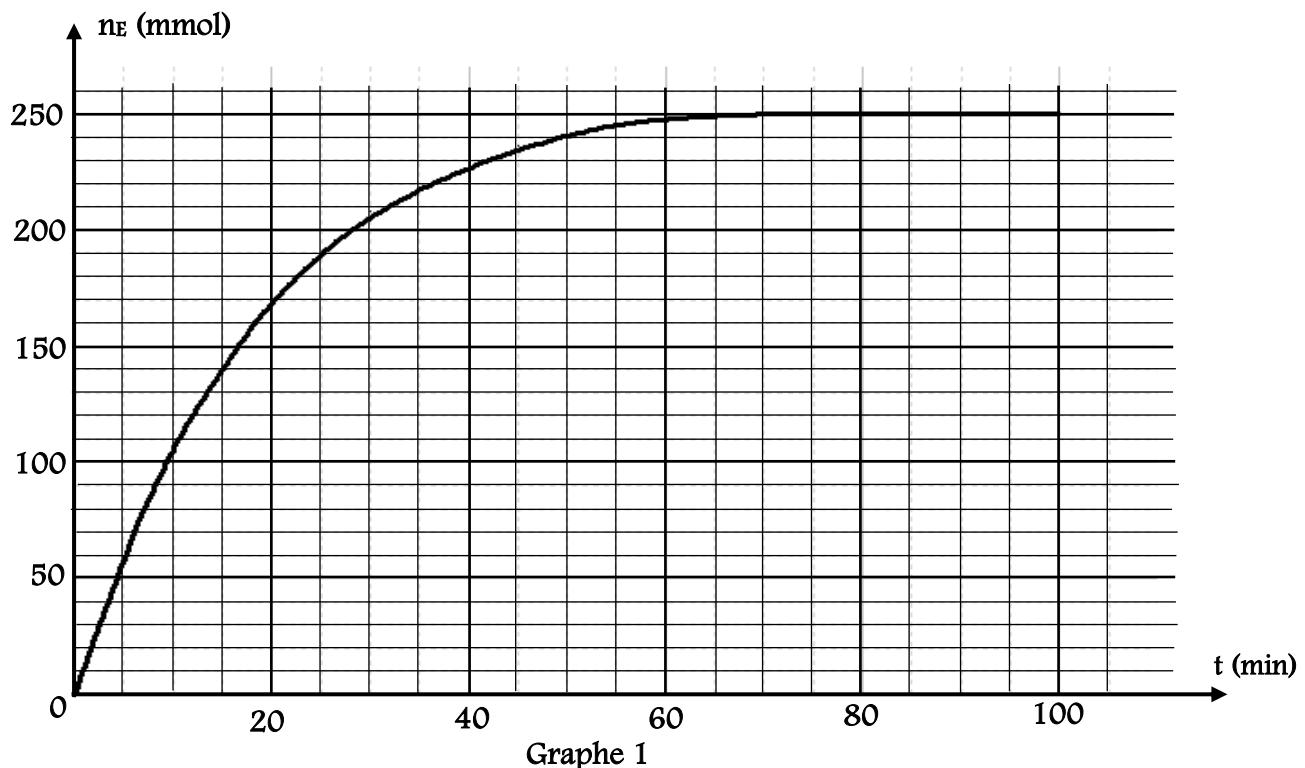
5.4.2.1. Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence. (0,5 pt)

5.4.2.2. Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? (0,25 pt)

5.4.2.3. Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode. (0,5 pt)



Annexe à rendre avec la copie



Graphe 1